

# Study on particle confinement and transport in the GAMMA 10 tandem mirror

著者	Kobayashi Shinji
内容記述	Thesis (Ph. D. in Science)--University of Tsukuba, (A), no. 2567, 2001.3.23 Includes bibliographical references
発行年	2001
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2241/5651">http://hdl.handle.net/2241/5651</a>

氏 名 (本 籍)	こ ばやし しん じ ( 静 岡 県 )
学 位 の 種 類	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	博 甲 第 2567 号
学位授与年月日	平成 13 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
審 査 研 究 科	物理学研究科
学 位 論 文 題 目	Study on Particle Confinement and Transport in the GAMMA 10 Tandem Mirror (タンデムミラーガンマ10の粒子閉じ込めおよび輸送の研究)
主 査	筑波大学教授 理学博士 谷 津 潔
副 査	筑波大学教授 理学博士 金 信 弘
副 査	筑波大学助教授 理学博士 石 井 亀 男
副 査	筑波大学助教授 工学博士 中 嶋 洋 輔

## 論 文 の 内 容 の 要 旨

本論文は、タンデムミラー型プラズマ閉じ込め装置ガンマ10における粒子閉じ込めを研究したものである。粒子閉じ込めは、閉じ込められた粒子数と粒子生成量を求めることにより調べられるが、粒子生成量の同定することが一つの課題である。本研究は、プラズマ中の中性粒子の計測と、中性粒子輸送シミュレーションを組み合わせ、中性粒子の電離量の径方向と軸方向の分布を求め、プラズマ全体積にわたって合計することにより、粒子生成量を求めた。

プラズマ中の中性粒子の空間分布は、水素のバルマー線発光強度の絶対感度較正された検出器による計測に、プラズマ分光モデルの一つである衝突輻射モデルを適用し、さらに中性粒子輸送シミュレーションを組み合わせることで求めた。中性粒子輸送シミュレーションコード (DEGAS) には、ガンマ10の実験条件にあわせるための水素分子の原子過程と、水素リサイクリングの各種過程を考慮にいれた改良を行った。得られた分布に水素原子・分子の種々の電離過程を取り入れてプラズマ生成量を求めた。

得られた粒子生成量と空間分布をもとに、粒子保存則を用いて粒子閉じ込めの解析を行い、次のような結果が得られた。マイクロ波による閉じ込め電位を形成しない場合、径方向への粒子損失は磁力線に沿った両端への損失に比べて少ない。電位形成により磁力線方向の閉じ込めは3～4倍改善するが、径方向の閉じ込めは劣化する。径方向の閉じ込めの劣化は、マイクロ波の強度とともに進んでおり、マイクロ波強度、あるいはプラズマの電位と関連していることが考えられるが、まだ原因の同定には至っていない。

端損失粒子量は直接測定できるので、粒子生成量から端損失量を引くことにより、径方向損失量を求め、径方向の粒子輸送解析を行った。径方向への粒子輸送を、密度勾配に起因する拡散として取り扱い、拡散方程式を解くことで粒子拡散係数を評価した。測定した径方向密度分布も考慮に入れて拡散係数を $0.57\text{m}^2/\text{s}$ と評価した。この値は古典的損失過程から予測される値と比べると10倍ほど大きく、古典的損失過程では説明できない径方向損失の存在を示唆している。

## 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は、タンデムミラー型プラズマ閉じ込め装置ガンマ10における粒子閉じ込めを、水素のバルマー線発光

強度計測と、中性粒子シミュレーション計算とから求めたプラズマ生成量を求め、それをもとにプラズマ閉じ込めを考察したもので、電位閉じ込めを行った場合と行わなかった場合の閉じ込め時間を求めるとともに、電位閉じ込めに伴って生じる径方向損失を定量的に求め、径方向拡散係数を初めて求めたことは高く評価される。なお、提出された論文内容の一部は、査読のある学術雑誌にすでに掲載されている。

よって、著者は博士（理学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。